Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 1, Spring 2022, p. 79-96

Effect of Organic Mulch with Pre-emergence Herbicide Combinations on Weeds Control and Saffron Yield

Z. Hosseini- Evari[1], E. Izadi-Darbandi[2]*, M. Kafi[3], H. Makarian[4]

Received: 01-02-2020
Revised: 24-02-2020
Accepted: 12-04-2020
Available Online: 20-06-2022

How to cite this article:
Hosseini- Evari, Z., Izadi-Darbandi, E., Kafi, M., & Makarian, H. (2022). Effect of Organic Mulch with Pre-emergence Herbicide Combinations on Weeds Control and Saffron Yield. *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(1): 79-96. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JPP.2021.32701.0

Introduction

Saffron is a vulnerable crop to weed competition because of its short canopy and narrow leaves. So weeds are the major problem in saffron production. Weeds are mainly controlled by hand or mechanically in saffron fields, if these traditional methods are effective and environmental friendly but they are expensive and time consuming.These traditional methods are effective and environmental friendly, however they are expensive and time consuming. The number of suitable herbicide for weed control in saffron fields are limited. The importance of herbicide as alternatives method for weed control was recognized long ago. Herbicide treated mulch (HTM) is the combination of physical (mulch) and chemical (herbicide) weed control methods. This experiment was conducted to investigate the possibility of using mulch and herbicide treated mulch (HTM) to increase the efficiency of herbicides in saffron weeds management. The objectives of this study were to compare the effect of herbicides alone and in combination with mulch on weed control and also determine the influence of herbicide placement (on soil surface, under mulch or herbicide-treated mulch) on weed control and phytotoxicity of saffron.

Materials and Methods

Field experiments were conducted during the growing seasons of 2016 and 2017 in Khorasan Razavi, Iran. Two field of 4-year-old saffron that had not received herbicide applications for at least two years in two different climates were chosen. The treatments consist of trifluralin (EC48%) at 1200 g i.a.ha^{-1}, pendimethalin (EC33%) at 1485 g i.a.ha^{-1} and metribuzin **(**WP70%) at 525 g i.a.ha^{-1} were applied in three method: 1) Directly to soil: herbicides were applied before crust crushing directly in soil. 2) Under the mulch: herbicides were sprayed with an electric knapsack sprayer after crust crushing directly in soil, then the soil surface was covered with a layer of wood chips mulch with a depth of 3 cm. 3) Herbicide treated mulch: mulch of wood chips were pretreated with herbicides by placing the mulch on a plastic sheet at the depth of 3 cm above and herbicide was sprayed on top of the mulch and evenly mixed and allowed to dry for 48 hours before applying them to field. The non-treated control with and without mulch and also treatment of hand weeding was included for comparison

Results and Discussion

There was no severe phytotoxicity to saffron after treatments application according to EWRC, slight injuries observed in all plots ranging from 1 (No damage) to 2 (Very little damage including slightly yellowing). Metribuzin herbicide induced more phytotoxicity symptoms on saffron compared to two other herbicides, but it was better to weeds control and increasing saffron yield. Treatment of metribuzin mixed with mulch in both

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Weed Science and Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: e-izadi@um.ac.ir)
4- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

fields after hand weeding were the best treatment to decreasing of weeds dry weight and improvement of yield components of saffron. Treatment of metribuzin mixed with mulch compared with control caused 85% and 87% reduction of weed dry weight in both fields, also this treatment compared with control increased dry weight stigma to 2.5 times and 2 times. It seems that after metribuzin, pendimethalin herbicide has better efficiency for use in saffron fields. Although, treatment of mulch without herbicide**,** is not prevented weed growth, but had more effective on increasing of saffron yield compared to weedy check, especially in field 1(region of Kashmar). Therefore, the use of mulch in warm and dry areas has better effect on saffron yield improvement. Considering that the cultivation of saffron is carried in semi-arid regions of Iran such as Khorasan, the correct application of plant residues in semi-arid regions can have a direct effect on the amount of organic matter in the soil, which leads to an increase in flower yield. Generally the pre-mixed mulch with herbicide, in addition to improving the herbicide efficiency, increased saffron yield. This results indicate that the proper combination of herbicides with mulch layer as thin as 3 cm can provide acceptable weed control. According to the result, one suggested way to weed management in saffron could be the combination of herbicide (Metribuzin) with mulch.

Keywords: Herbicide-treated mulches, Physical and chemical integrated management, Metribuzin, Pendimethalin, Trifluralin

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۹۶-۷۹

بررسی رهیافت اختلاط علف‌کش‌های پیش رویشی با مالچ آلی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

زهرا حسینی ایوری[۱]- ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]- محمد کافی[۳]- حسن مکاریان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۴

چکیده

آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در خراسان رضوی در دو مزرعه چهارساله زعفران با اقلیم‌های متفاوت جهت ارزیابی اثر ترکیب علف‌کش و مالچ به‌عنوان روشی جدید در کنترل علف‌های هرز زعفران طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. تیمارهای موردبررسی شامل کاربرد علف‌کش‌های پیش رویشی تریفلورالین (EC48%، شرکت گیاه)، پندیمتالین (EC33%، شرکت آریا) و متریبوزین (WP70%، شرکت گیاه) به ترتیب در مقادیر ۱۲۰۰، ۱۴۸۵ و ۵۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به سه روش مختلف به‌طور مستقیم در خاک، زیر لایه مالچ تراشه چوب و کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها با مالچ تراشه چوب همراه با سه تیمار شاهد وجین، مالچ به‌تنهایی و نیز شاهد بدون کنترل بودند. نتایج نشان دادند که گونه‌های علف هرز غالب متعلق به خانواده‌های گندمیان، شب‌بو و کاسنی بود. در هر دو مزرعه کمترین وزن خشک علف‌های هرز (به ترتیب ۹۰و ۹۳ درصد کاهش در مقایسه با شاهد) و بیشترین عملکرد زعفران (به ترتیب ۲۰۰ و ۱۲۵ درصد افزایش وزن کلاله خشک در مقایسه با شاهد) از تیمار وجین دستی به دست آمد. تیمارهای مالچ مخلوط با علف‌کش هم در کاهش وزن خشک علف‌های هرز و هم افزایش اجزایی عملکرد زعفران بهتر از تیمارهای علف‌کش به‌تنهایی عمل کردند. تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ بعد از وجین بیشترین عملکرد را در کلیه شاخص‌های موردبررسی زعفران به خود اختصاص داد. مالچ بدون علف‌کش در ضخامت ۳ سانتی‌متر اگرچه باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز در هیچ‌کدام از مناطق موردبررسی نشد تأثیر مثبتی بر عملکرد زعفران داشت. به‌طورکلی تیمارهای مالچ مخلوط شده با علف‌کش علاوه بر بهبود کار آیی علف‌کش‌ها باعث افزایش عملکرد زعفران از ۸۱ تا ۱۶۰ درصد در مقایسه با شاهد نیز شدند. با توجه به نتایج حاصل، اختلاط علف‌کش متریبوزین با یک‌لایه مالچ تراشه چوب به ضخامت ۳ سانتی‌متر، می‌تواند کنترل قابل قبولی از علف‌های هرز زعفران فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: پندیمتالین، تریفلورالین، مالچ مخلوط شده با علف‌کش، متریبوزین، مدیریت تلفیقی فیزیکی- شیمیایی

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) یک گیاه چندساله است که در برخی مناطق جهان مانند ایران، ایتالیا و یونان رشد می‌کند (Koocheki *et al*., 2016). ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده زعفران در سراسر جهان است. در سال ۲۰۱۷، سطح زیر کشت زعفران در ایران بالغ‌بر ۱۰۸۰۸۶/۴ هکتار بوده که از این سطح ۳۷۶/۲۳۴ تن زعفران به‌دست‌آمده است (Iranian Ministry of Agricultural Statistics, 2017). زعفران به علت دارا بودن ارتفاع کوتاه و برگ‌های باریک ازنظر رقابت با علف‌های هرز گیاه آسیب‌پذیری است، به‌طوری‌که یکی از مشکلات عمده تولید زعفران، علف‌های هرز هستند (Rashed Mohassel, 1992). علف‌های هرز جو موشی (*Hordeum murinum* L.)، (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016; Rashed Mohassel, Padarloo *et al*., 2018; 1992; Soufizadeh *et al*., 2006)، علف پشمکی (*Bromus tectorum* L.) (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016)، شاهی وحشی (*Cardaria draba*) (Soufizadeh *et al*., 2006;

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز و استادان، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: e-izadi@um.ac.ir)
۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
DOI: 10.22067/JPP.2021.32701.0

L.) (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016; Soufizadeh *et al.*, 2006; Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013)، جـــودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016)، علـف هفـت‌بنـد (*Polygonum aviculare* L.)، کنگر وحشـی (*Cirsium arvense* (L.) scop.) (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016; Rashed Mohassel, 1992)، تلخه (*Acroptilon repens*)، خاکشیر تلـخ (*Sisymbrium subulatum* E.Fourn) (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016) و تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflecxus* L.) (Rashed Mohassel, 1992) بـــه‌عنـــوان علف‌های هرز غالب مزارع زعفران شناسایی شدند. در مـزارع زعفـران علف‌های هرز عمدتاً با وسایل مکانیکی و یا دستی کنترل می‌شـوند. بااینکه این روش‌های سنتی مؤثر و دوستدار محـیط‌زیسـت هسـتند، پرهزینه، زمان‌بـر و پرزحمـت هسـتند (Behnia, 1992; Kumar *et al.*, 2019; McGimpsey *et al.*, 1997). از طـرف دیگـر، ازآنجایی‌که بنه‌ها[1] در ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متـری کاشـت مـی‌شـوند، کنترل مکانیکی می‌تواند باعث آسیب جـدی بـه زعفـران و کـاهش عملکرد شود که این امر کنترل علف‌های هرز را دشوارتر می‌سازد.

دسترسی به علـف‌کـش‌هـایی کـه بـرای اسـتفاده اختصاصـی در زعفران معرفی‌شده‌اند دشوار است و تحقیقات کمـی در مـورد کنتـرل شیمیایی علف‌های هرز زعفران انجام‌شده است؛ بـااین‌وجـود تعـدادی علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز مزارع زعفـران معرفـی‌شـده‌انـد (Abasspoor *et al.*, 2011; Abbasi, 1996; Abbasian *et al.*, 2013; Norouzzadeh and Delghandi, 2006; Rahimian, 1993; Soufizadeh *et al.*, 2008). بر اساس آخرین ویرایش کتاب فهرست آفات، بیمـاری‌هـا و علـف‌هـای هرز مهم محصولات عمده کشاورزی ســازمان حفــظ نباتــات (Iranian Ministry of Agricultural Statistics, Plant Potection Organization, 2020) علف‌کش‌های متریبوزین، اکسی‌فلـورفن و هالوکسـی‌فـوپ‌آر-متیل برای کنترل علف‌های هرز زعفـران در کشـور بـه ثبـت رسـیده است. از طرفی با توجه به افزایش تقاضا برای تولید زعفران ارگانیـک، ادغام روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز برای رفع نگرانـی‌هـای مالی و زیست‌محیطی ضروری است. اهمیـت اسـتفاده از روش‌هـای جایگزین به‌جای مواد شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز از مدت‌هـا قبل شناخته‌شده است. در سیستم‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هـرز (IWM[2]) ممکن است ترکیبی از روش‌های مختلف کنترل علف‌هـای هرز استفاده شود. یکی از راه‌های مهار رشد علف‌های هرز، اسـتفاده از انواع مالچ‌ها بر روی سطح خاک اسـت. مـالچ پاشـی فرآینـد پوشـش سطح خاک در اطراف گیاهان با مواد آلی یا مصنوعی برای ایجاد یک محـیط مناسـب بـرای رشـد گیـاه، توسـعه و تولیـد کارآمـد اسـت (Somireddy, 2012).

در یک مطالعه ثابت شد که اسـتفاده از مـالچ خـاک‌اره در سـطح مزارع زعفران بسیار سودمند بود و به‌طور قابل‌توجهی عملکرد کلالـه، سرعت تکثیر بنه و متوسط اندازه بنه پـس از ۲ سـال افـزایش یافـت (Molina *et al.*, 2005). همچنین گزارش‌شده است که عملکرد گل زعفران توسط مالچ پاشی بـا تراشـه‌هـای چـوب و خـاک‌اره افـزایش می‌یابد. مالچ توانایی رقابتی زعفران با علف‌های هرز را از طریـق بـه دست آوردن یک محیط رشد بهتر ازنظر شرایط آب و هوایی و خـاک بهبود می‌بخشد. دراین‌ارتباط کاه به‌عنـوان مـالچ در گونـه‌ای زعفـران زینتـی در هلنـد بـرای محافظـت بنـه از خسـارت سـرما در زمسـتان مورداستفاده قرار گرفت و نتایج سودمندی را به دنبال داشت (Gresta *et al.*, 2008). از آنجایی که کشت زعفران در مناطق خشک و نیمـه خشک کشور انجام مـی شـود (Azizi-Zohan *et al.*, 2009) مـالچ می‌تواند به تعدیل درجه حرارت خاک و نوسانات رطوبت کمک کنـد و شرایط بهتری برای تکثیر بنه یا گل انگیزی فراهم کنـد (Sadeghi, 2008). در بررسی اثر انواع بقایای گیاهی (آفتابگردان، جو و سـیر)[3] و گیاهان پوششی (جو، خلر، چاودار، شبدر ایرانی، ماشک گل خوشه‌ای و منداب)[4] بر فراوانی نسبی، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز و برخـی خصوصیات زراعی زعفران، مشخص شد کـه اگرچـه کـاربرد بقایـای گیاهی و کاشت گیاهان پوششی باعث کاهش جمعیت علف‌های هـرز می‌شود ولی تأثیر گیاهان پوششی به‌مراتب بیش از بقایای گیاهی بود (Shabahang *et al.*, 2013). رضوانی مقدم و همکـاران (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013) در بررسـی تـأثیر سـطوح مختلـف کمپوست قارچ بر عملکـرد کلالـه زعفـران و تنـوع علـف‌هـای هـرز مشاهده کردند کـاربرد کمپوسـت قـارچ تـأثیر معنـی‌داری بـر کنتـرل علف‌های هرز زعفران داشت. مالچ تیمار شده با علف‌کش‌ها (HTM[5]) ترکیبی از روش‌های کنترل فیزیکی (مـالچ) و شـیمیایی (علـف‌کـش) علف‌های هرز است. مطالعات بسیاری نشان داده است که مـالچ‌هـای تیمار شده با علف‌کش‌هـا کـارایی بهتـر در کنتـرل علـف‌هـای هـرز، اثربخشی بهتر علف‌کش‌ها و کاهش اثرات گیاه‌سوزی در مقایسـه بـا کاربرد علف‌کش‌ها بـه‌تنهـایی دارنـد (Case and Mathers, 2006; Mathers, 2003; Monzon *et al.*, 2006). به‌طور کلی بـر اسـاس مطالعات انجام‌شده، مدیریت علف‌های هرز مزارع زعفران در ایران در وضعیت مطلوبی قرار ندارد و علف‌های هرز در مزارع زعفران ایـران از تراکم بالایی برخوردار است (Rashed Mohassel, 1992; Iranian

1- Corm
2- Integrated Weed Management
3- *Helianthus annuus*, *Hordeum vulgare*, *Allium sativum*
4- *Lathyrus sativus*, *Secale montanum*, *Trifolium resupinatum*, *Vicia villosa*, *Eruca sativa*
5- Herbicide treated mulch

(Ministry of Agricultural Statistics, 2017). با توجه به توان کم رقابتی زعفران با علف‌های هرز، مدیریت و کنترل مؤثر علف‌های هرز پیش‌نیاز تولید زعفران با عملکرد بالا و باکیفیت است. لذا این آزمایش جهت بررسی امکان استفاده از مالچ‌های گیاهی و رهیافت اختلاط مالچ – علف‌کش برای بهبود مدیریت علف‌های هرز زعفران انجام شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل انجام پژوهش

به‌منظور بررسی امکان استفاده از رهیافت اختلاط علف‌کش با مالچ، آزمایش مزرعه‌ای در طی فصل رشد سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در خراسان رضوی و در دو منطقه کاشمر و کوهسرخ که به لحاظ اقلیمی و هواشناسی تفاوت‌هایی باهم دارند انجام شد (جدول ۱، شکل ۱ و شکل ۲).

جدول ۱- ویژگی‌های اقلیمی و مختصات جغرافیایی مناطق مورد بررسی و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Climatic, geographic coordinates and some soil physico-chemical characteristics of soil in

	نام منطقه Region	اقلیم Climate	مختصات جغرافیایی Geographic coordinates	بافت خاک Soil texture	درصد کربن C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	ارتفاع از سطح دریا Elevation from sea level (m)	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})
مزرعه ۱ Field 1	کاشمر Kashmar	معتدل گرم Warm temperate	58° 29′ 54.6″E 35° 12′ 18.2″N	لوم- رسی clay loam	0.153	8.01	2.19	1056	2.19
مزرعه ۲ Field 2	کوهسرخ KoohSorkh	معتدل سرد Cold temperate	58° 32′ 42.2″ E 35° 26′ 15.9″ N	لومی- شنی Sandy loam	0.537	7.83	1.11	1777	1.11

آزمایش در دو منطقه و در دو مزرعه ۴ ساله زعفران که حداقل به مدت دو سال، علف‌کش دریافت نکرده بودند، انجام شد. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی-متری خاک محل پژوهش نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام و به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول یک نشان داده‌شده است. آزمایش به تعداد ۱۲ تیمار در ۳ تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. بر اساس نقشه طرح در شهریورماه سال ۱۳۹۵ نسبت به کرت بندی مزرعه اقدام شد. هر کرت به ابعاد ۳×۲ مترمربع با فاصله هر تکرار ۱ متر و بین کرت‌ها ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. تیمارها شامل تریفلورالین (EC48%، شرکت گیاه) بانام تجاری ترفلان در ۱۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، پندیمتالین (EC33%، شرکت آریا) بانام تجاری استامپ در ۱۴۸۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و متریبوزین (WP70%، شرکت گیاه) بانام تجاری سنکور در ۵۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به سه روش مختلف ۱: به‌طور مستقیم در خاک: علف‌کش‌ها بعد از اولین آبیاری و قبل از سله شکنی با استفاده از سمپاش پشتی شارژی ماتابی با نازل سیلابی (شره‌ای) که برای حجم پاشش ۳۰۰ لیتر محلول در هکتار با فشار ۲/۵ کیلو پاسکال کالیبره شده بود، به‌طور مستقیم در خاک استفاده شدند. ۲: زیر مالچ (مالچ تراشه چوب): علف‌کش‌ها با یک سمپاش پشتی شارژی ماتابی (همان‌طور که در بالا توضیح داده شد) بعد از سله شکنی به‌طور مستقیم در خاک استفاده شد، سپس سطح خاک با یک‌لایه از مالچ تراشه چوب به عمق ۳ سانتی‌متر پوشانده شد. ۳: مالچ تیمار شده با علف‌کش: مالچ تراشه چوب با علف‌کش از پیش مخلوط شد؛ به‌این‌ترتیب که مالچ‌ها بر روی یک ورقه پلاستیکی به ضخامت ۳ سانتی‌متر قرار گرفتند و علف‌کش بر روی مالچ اسپری و به‌طور یکنواخت مخلوط شد و ۴۸ ساعت بعد از خشک شدن، مالچ‌ها به‌طور یکنواخت در کرت‌ها پخش شدند (Case and Mathers, 2006). سه تیمار وجین علف‌های هرز (دو بار وجین طبق عرف منطقه)، تیمار مالچ به‌تنهایی به ضخامت ۳ سانتی‌متر و نیز تیمار شاهد بدون کنترل نیز برای مقایسه و به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. آبیاری و کود دهی مزارع زعفران طبق عرف منطقه انجام شد و در تمام فصل رشد از هیچ‌گونه سموم دفع آفات نباتی استفاده نشد.

صفات مورداندازه‌گیری

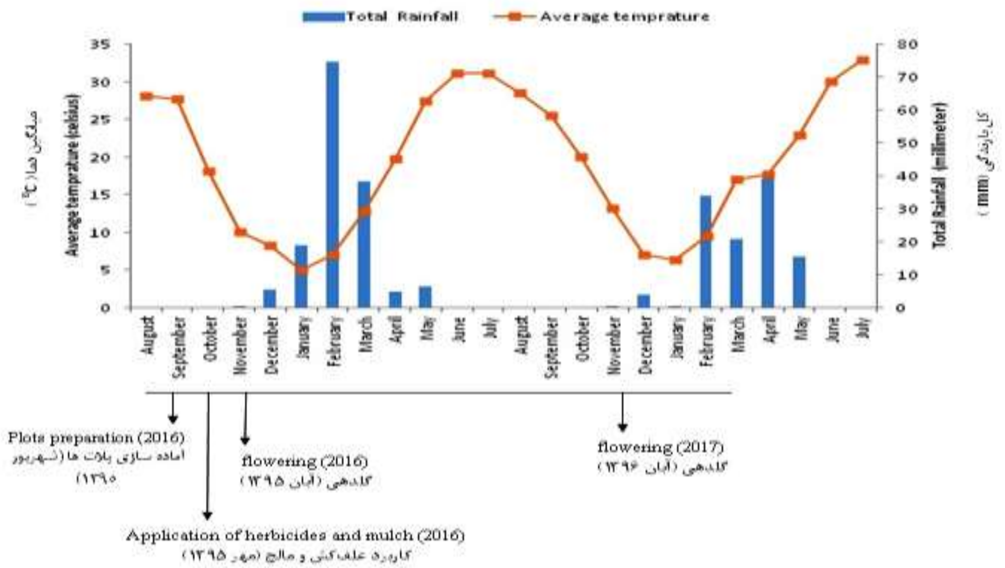
برآورد خسارت گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها بر روی زعفران در ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از تیمار (DAT[1]) به‌صورت چشمی و با استفاده از روش امتیازدهی EWRC[2] انجام شد. در این روش به تیماری که باعث نابودی کامل زعفران شد، امتیاز ۹ و به تیماری که کاملاً بدون تأثیر است، امتیاز ۱ و بقیه تیمارها در حد واسط ۱ و ۹ قرار گرفتند (جدول ۲). تراکم نسبی علف‌های هرز در هر دو مزرعه با استفاده از معادله $RD= D_w/D_t\times100$ که RD: تراکم نسبی، D_w: تراکم یک گونه و D_t: تراکم تمام گونه‌ها است، محاسبه شد.

وزن خشک علف‌های هرز پس از سمپاشی دو بار در اواخر اسفند

1- Days after treatment

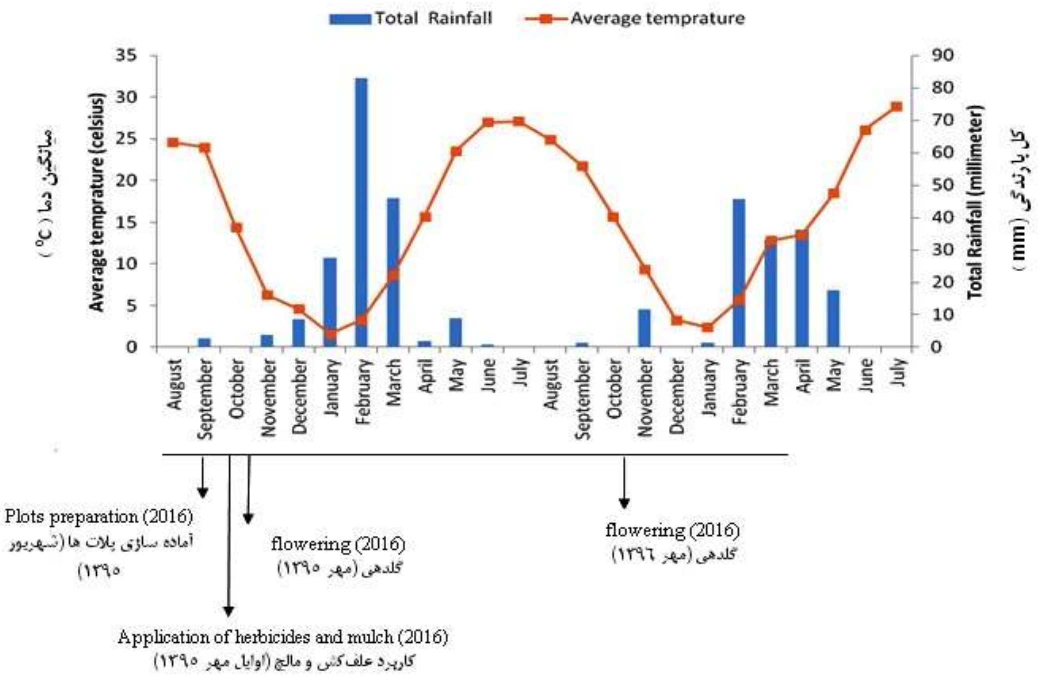
2- European weed research council

۱۳۹۵ (۱۵۰ روز پس از کاربرد تیمارها) و اواخر فـروردین ۱۳۹۶ (۱۸۰ روز پس از کاربرد تیمارها) در طول فصل رشد زعفـران بـا اسـتفاده از کادر ۰/۲۵ متر مربع (۰/۵ × ۰/۵ متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. تمامی علف‌های هرز پس از شناسایی و تعیین تراکم آن‌ها، در کـادر، بـرش داده‌شده، جمع‌آوری و در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بـرای ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند.



شکل ۱- میزان کل بارندگی و متوسط دمای ماهیانه طی دو فصل رشد (از مرداد ۱۳۹۵ تا تیر ۱۳۹۷) کاشمر. سازمان هواشناسی ایران

Figure 1- Monthly rainfall and average temperature during the two growing seasons in Kashmar (August 2016 until July 2018) at the I.R. of Iran Meteorological Organization (IRIMO)



شکل ۲- میزان کل بارندگی و متوسط دمای ماهیانه طی دو فصل رشد (از مرداد ۱۳۹۵ تا تیر ۱۳۹۷) کوهسرخ. سازمان هواشناسی ایران

Figure 2- Monthly rainfall and average temperature during the two growing seasons in KoohSorkh (August 2016 until July 2018) at the I.R. of Iran Meteorological Organization (IRIMO)

جدول ۲- ارزیابی بصری آسیب علف‌کش روی زعفران بر اساس مقیاس استاندارد EWRC

Table 2-Visual evaluation of herbicides damage to weeds and crop based on EWRC scale.

نمره ارزیابی Evaluation score	درصد خسارت به زعفران Damage percentage	توضیح Crop tolerance
1	0	بدون خسارت No damage
2	1-2.5	خسارت با رنگ‌پریدگی بسیار کم و یا علائم خفیف مشابه Very little damage
3	2.5-7	خسارت کمی شدیدتر، ولی ناپایدار More damage
4	7-12.5	خسارت متوسط و پایدارتر Moderate and reversible damage
5	12.5-20	خسارت متوسط و پایدار Moderate and consistent damage
6	20-30	خسارت شدید Severe damage
7	30-50	خسارت بسیار شدید Very severe damage
8	50-99	خسارت در حد نابودی کامل Nearly full kill
9	100	نابودی کامل Full kill

نمونه‌برداری از بنه‌های زعفران در مردادماه سال ۱۳۹۶ هم‌زمان با دوره خواب بنه انجام شد. بدین‌صورت که از سطح هر کرت مساحتی معادل ۰/۵ متر مربع انتخاب‌شده و بنه‌ها از خاک خارج شدند. ویژگی‌های رشد شامل تعداد بنه دختری و وزن کل بنه‌ها اندازه‌گیری شدند. گل‌های زعفران از ۱۰ تا ۳۰ آبان ۱۳۹۶ به‌صورت دستی از سطح یک مترمربع در هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت و ثبت گردید. با توجه به برداشت‌های مکرر زعفران در طول فصل گلدهی، هرروز نسبت به برداشت گل اقدام گردید و در پایان اعداد نهایی، حاصل جمع نتیجه کل گلدهی زعفران در یک دوره حدود ۲۰ روز بود. سپس شاخص‌های مربوط به گل و رشد زایشی شامل تعداد و وزن‌تر گل‌ها و وزن خشک کلاله در واحد سطح، اندازه‌گیری و ثبت شد. نمونه‌های برداشت‌شده کلاله در آون با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند (Koocheki *et al*., 2016). همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی (برگ‌ها) در واحد سطح بعد از برداشت گل‌ها در اوایل آذرماه اندازه‌گیری و ثبت شد. قبل از تجزیه‌های آماری، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد و در صورت نرمال نبودن داده‌ها از تبدیل $\sqrt{X+0.5}$ استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver9.3 مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای اثر مکان، اثر تیمار و اثر متقابل آن‌ها انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

شناسایی علف‌های هرز

جدول ۲ گونه‌های علف‌های هرز مشاهده‌شده در مزارع زعفران موردمطالعه را نشان می‌دهد. گونه‌های شایع در این آزمایش متعلق به خانواده‌های گندمیان (Poaceae)، شب‌بو (Brassicaceae) و کاسنی (Asteraceae) بودند. علف‌های هرز جو موشی، شاهی وحشی و بومادران (*Achillea santolina*) در هر دو مزرعه آزمایشی حضور داشتند. در مزرعه زعفران کاشمر علف هرز شاهی وحشی با تراکم نسبی ۲۶/۷۶ و سپس جو موشی با تراکم نسبی ۱۹/۷۲ بیشترین تراکم علف هرز را به خود اختصاص دادند، درحالی‌که در کوهسرخ علف هرز علف پشمکی با تراکم نسبی ۲۹/۴۱ درصد، بیشترین تراکم علف‌های هرز را به خود اختصاص داد. جدول دو گونه‌های علف‌های هرز مشاهده‌شده در مزارع زعفران موردمطالعه را نشان می‌دهد. محققان دیگر نیز علف‌های هرز جو موشی (Izadi-Darbandi and Rashed Mohassel, 1992; Hosseini evari, 2016; Soufizadeh *et al*., 2006) و علف پشمکی (Izadi-Darbandi; Soufizadeh *et al*., 2008and Hosseini evari, 2016) شاهی وحشی (Izadi-Darbandi and Soufizadeh *et al*., 2008; Hosseini evari, 2016; Padarloo *et al*., 2018; Rashed Mohassel, 1992) و جودره (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016) را به‌عنوان علف‌های هرز غالب مزارع زعفران شناسایی نمودند. علف هرز گلایول وحشی (*Gladiolus*

(*abbreviatus*) از علف‌های هرز در حال گسترش در مـزارع زعفـران است که در زمان انجام این آزمایش فقط در مزرعه کوهسرخ مشاهده شد (جدول ۳). این علف هرز از خانواده زنبق است که بـا زعفـران در یک خانواده قرار دارد و اعتقاد بر این است که کنترل شـیمیایی آن در مزارع زعفران امکان‌پذیر نیست و کنترل مکـانیکی آن نیـز بـه دلیـل شباهت زیاد آن به گیاه زعفران به‌سختی انجـام مـی‌گیـرد (Iranian Ministry of Agricultural Statistics, 2017). پژوهشگران دیگر نیز وجود این علف هرز را در مزارع زعفران منطقه کوهسـرخ گـزارش داده‌اند (Izadi-Darbandi and Hosseini evari, 2016).

جدول ۳- متوسط تراکم و تراکم نسبی گونه‌های علف هرز موجود در مزرعه زعفران آزمایشی در مرحله قبل از سم‌پاشی

Table 3- The average density and relative density of weed species in the experimental saffron field before spraying

نام علف هرز Persian name	نام علمی Scientific name	خانواده Family	تراکم Density (plant m^{-2})	تراکم نسبی Relative density (%)
	مزرعه ۱: کاشمر Field 1: Kashmar			
جودره	*Hordeum spontaneum* C.Koh.	Poaceae	3	4.23
جو موشی	*Hordeum murinum* L.	Poaceae	14	19.72
شاهی وحشی	*Cardaria draba* L.	Brassicaceae	19	26.76
هفت‌بند	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	13	18.31
کنگر وحشی	*Cirsium arvense* L.	Asteraceae	2	2.82
تلخه	*Acroptilon repens* L.	Asteraceae	2	2.82
بومادران	*Achillea santolina*	Asteraceae	5	7.04
درشتوک	*Malcolmia africana* L.	Brassicaceae	3	4.23
آدونیس	*Adonis* sp.	Ranunculaceae	4	5.63
دیگرگونه‌ها	Others		6	8.45
	مزرعه ۲: کوهسرخ Field **2: KoohSorkh**			
	Bromus tectorum L.			
علف پشمکی	*Hordeum murinum* L.	Poaceae	25	29.41
جو موشی	*Cardaria draba* L.	Poaceae	6	7.06
شاهی وحشی	*Alyssum* sp.	Brassicaceae	7	8.24
قدومه	*Lamium amplexicaule* L.	Brassicaceae	3	3.53
غربیلک	*Gladiolus abbreviatus* Andrews.	Lamiaceae	8	9.41
گلایول وحشی	*Achillea millefolium* L.	Iridaceae	7	8.24
بومادران	*Sisymbrium subulatum* E.Fourn.	Asteraceae	6	7.06
خاکشیر تلخ	*Galium aparine* L.	Brassicaceae	2	2.35
بی تی راخ	*Erysimum cheiranthoides* L.	Rubiaceae	7	8.24
علف سیر	Others	Brassicaceae	4	4.71
دیگرگونه‌ها	*Bromus tectorum* L.		10	11.76

وزن خشک علف‌های هرز

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها اثر مکـان بـر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار ($p \leq 0.01$) شد. لذا آنـالیز داده‌هـای دو مکان به‌طور جداگانه انجام شد. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها در هـر دو منطقه نشان داد که وزن خشک علـف‌هـای هرز ۱۵۰ روز و ۱۸۰ روز بعد کاربرد تیمارها تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. در هر دو منطقه کمترین وزن خشک علف‌های هرز از تیمار وجـین دسـتی بـه دست آمد به‌طوری‌که به ترتیب باعـث کـاهش ۹۰ و ۹۳ درصـد وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با تیمار شاهد ۱۸۰ روز بعد از کـاربرد تیمارها شد (جدول ۴). در کاشمر بعد از تیمار وجین تیمارهای کـاربرد علف‌کش متریبوزین مخلوط با مـالچ و کـاربرد متریبـوزین زیـر مـالچ کمترین وزن خشک علف‌های هرز را داشتند که با تیمار وجین دسـتی اختلاف معنی‌داری نداشـتند ولـی در کوهسـرخ از کـاربرد تیمارهـای متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ و متریبوزین به‌تنهـایی

بعد از تیمار وجین کمترین وزن خشک علف‌های هرز به دست آمد که اگرچه این تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند ولی با تیمار وجین اختلاف معنی‌داری داشتند. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در هر دو منطقه ۱۵۰ روز و ۱۸۰ روز بعد کاربرد تیمارها به ترتیب از تیمار شاهد بدون کنترل و کاربرد مالچ به‌تنهایی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۵). کاربرد مالچ به‌تنهایی نتیجه قابل قبولی از کنترل علف‌های هرز را در هیچ‌کدام از دو مزرعه نداشت. محققین دیگر نیز گزارش کرده‌اند که مالچ باضخامت ۶ و ۱۲ سانتی‌متر مانع از رشد علف‌های هرز می‌شود، درحالی‌که برای کنترل قابل‌قبول علف‌های هرز در کاربرد مالچ باضخامت ۳ سانتی‌متر نیاز به کاربرد علف‌کش است (Somireddy, 2012). در هر دو مزرعه، کرت‌های تیمار شده با متریبوزین، وزن خشک کل علف‌های هرز کمتری در مقایسه با پندیمتالین و تری فلورالین مشاهده شد (جدول ۴). پژوهشگران دیگر در بررسی تأثیر پیش رویشی بعضی از علف‌کش‌های رایج بر علف‌های هرز زعفران نشان دادند که متریبوزین بیشترین تأثیر را بر وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ داشت (Abbasian *et al*., 2011; Abbasi, 1996; Abasspoor *et al*., 2013; Norouzzadeh and Delghandi, 2006; Rahimian, 1993; Soufizadeh *et al*., 2008). وزن خشک کل علف‌های هرز در ۱۵۰ و ۱۸۰ روز بعد از کاربرد تیمارها در مزرعه دوم (منطقه کوهسرخ) بیشتر بود (جدول ۴) که با توجه به تفاوت در اقلیم، آب‌وهوا و نوع علف هرز توجیه‌پذیر است، مطالعات دیگر نیز نشان داد که ساختار جمعیت علف‌های هرز در مزارع زعفران استان خراسان رضوی تحت تأثیر مدیریت مزرعه، ارتفاع از سطح دریا و اقلیم منطقه قرار دارد (Padarloo *et al*., 2018), سایر نتایج به‌دست‌آمده در هر دو مزرعه مشابه بود. در هر دو مزرعه علف‌کش متریبوزین در ترکیب با مالچ ۱۵۰ روز و ۱۸۰ روز بعد کاربرد تیمارها باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کل علف‌های هرز شد. اگرچه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای متریبوزین مخلوط با مالچ، کاربرد متریبوزین زیر مالچ و متریبوزین به‌تنهایی وجود نداشت. کاربرد علف‌کش پندیمتالین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به دو روش مخلوط با مالچ و یا زیر مالچ نیز تأثیر کمتری در کنترل علف‌های هرز داشت. در کاربرد تیمارهای مربوط به علف‌کش تریفلورالین نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کاربرد علف‌کش تریفلورالین به‌تنهایی و تیمار تریفلورالین زیر لایه مالچ در کاشمر در ۱۵۰ روز بعد از سم‌پاشی در مقایسه با تیمار تریفلورالین مخلوط با مالچ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۴). با توجه به نتایج مذکور، به نظر می‌رسد ترکیب علف‌کش تریفلورالین با مالچ در مقایسه با ترکیب علف‌کش‌های متریبوزین و پندیمتالین با مالچ در افزایش کارآیی این علف‌کش مؤثرتر است. با توجه به اینکه علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین نسبتاً فرار هستند و تریفلورالین یکی از فرارترین ترکیبات (بالاترین فشار بخار) در بین علف‌کش‌های دی نیتروآنیلین است (Weber, 1990)؛ بنابراین کاربرد آن‌ها به‌صورت مخلوط با مالچ، احتمالاً از طریق کاهش تلفات آن‌ها از طریق تبخیر و تصعید می‌تواند منجر به افزایش کارایی آن‌ها شود. مقایسات گروهی جهت ارزیابی روش‌های مختلف کاربرد علف‌کش‌ها انجام شد. همان‌طور که مقایسه ۱ در جدول ۸ نشان می‌دهد، کاربرد علف‌کش‌ها همراه با مالچ (علف‌کش‌ها زیر مالچ و علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در هر دو منطقه کاشمر و کوهسرخ شد. مقایسه ۲ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ) و نیز مقایسه ۳ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ و نیز همراه با مالچ باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی می‌شود. این در حالی است که در مقایسه ۴ کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ با کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ مقایسه شد در هر دو منطقه کاشمر و کوهسرخ استفاده از علف‌کش‌ها در روش مخلوط با مالچ در مقایسه با روش کاربرد زیر مالچ تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز نداشتند (جدول ۸).

ارزیابی چشمی خسارت به زعفران

نتایج نشان دادند که میزان گیاه‌سوزی تیمارهای آزمایش روی زعفران از ۱ (بدون آسیب) تا ۲ (خسارت و رنگ‌پریدگی بسیار کم) رتبه‌بندی شد (جدول ۵) و بیشترین اثرات گیاه‌سوزی در تیمارهای حاوی علف‌کش متریبوزین مشاهده شد. عباسی (Abbasi, 1996) در بررسی اثر علف‌کش‌های مختلف روی زعفران مشاهده کرد که مصرف علف‌کش متریبوزین روی گیاه زعفران اثر سوئی داشته و باعث خزان زودرس و زرد شدن برگ‌ها می‌شود.

تأثیر تیمارهای آزمایش بر زعفران در دو منطقه کاشمر و کوهسرخ متفاوت بود. در منطقه کاشمر تیمارهای علف‌کش متریبوزین به‌تنهایی و متریبوزین زیر مالچ در مرحله اول ارزیابی (۳۰ روز بعد از کاربرد) باعث رنگ‌پریدگی بسیار کم در برگ‌های زعفران شدند که این میزان از خسارت در مراحل بعدی ارزیابی (۶۰ و ۹۰ روز بعد از تیمار) به‌طور کامل بهبود یافت. سایر تیمارها در هیچ‌کدام از مراحل ارزیابی علائم گیاه‌سوزی ایجاد نکردند. در منطقه کوهسرخ تیمارهای کاربرد متریبوزین به‌تنهایی، متریبوزین زیر مالچ، متریبوزین مخلوط با مالچ، پندیمتالین به‌تنهایی، تریفلورالین به‌تنهایی و تریفلورالین زیر مالچ در مرحله اول ارزیابی (۳۰ روز بعد از کاربرد) باعث رنگ‌پریدگی جزئی در زعفران شدند که این میزان خسارت در مرحله دوم ارزیابی (۶۰ روز بعد از تیمار) فقط با کاربرد تیمارهای متریبوزین به‌تنهایی و متریبوزین زیر مالچ ادامه یافت و در ارزیابی مرحله سوم (۹۰ روز بعد

از تیمار) در هیچ‌کدام از تیمارها خسارت مشاهده نشد (جدول ۶). جدول ۵ نشان می‌دهد که استفاده از علف‌کش‌ها در مخلوط با مالچ باعث کاهش اثرات گیاه‌سوزی در زعفران می‌شود. مالچ‌های تیمار شده با علف‌کش می‌توانند اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها در زعفران را کاهش دهند، این احتمال وجود دارد که تماس و جذب کمتر علف‌کش‌ها در این تیمارها توسط زعفران منجر به این مهم شده باشد.

اجزای عملکرد زعفران

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد اثر مکان بر کلیه اجزای عملکرد (تعداد گل، وزن گل‌تر، وزن کلاله تر و خشک، وزن‌تر و خشک برگ، تعداد و وزن بنه دختری و عملکرد) و اثر مکان در تیمار بر وزن‌تر و خشک برگ و تعداد و وزن بنه دختری معنی‌دار ($p\leq0.01$) شد. لذا آنالیز داده‌های دو مکان به‌طور جداگانه انجام شد. آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.01$) بین تیمارها ازنظر تأثیر بر کلیه اجزای عملکرد زعفران در هر دو منطقه بود.

تعداد گل

بر اساس مقایسات میانگین، بیشترین و کمترین تعداد گل به ترتیب از تیمار وجین و شاهد بدون کنترل در هر دو مزرعه به دست آمد (جداول ۶ و ۷). در مزرعه کاشمر تیمار مالچ به‌تنهایی باعث افزایش معنی‌دار (۲۹ درصد) تعداد گل در واحد سطح نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۶) اگرچه در مزرعه کوهسرخ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷).

جدول ۴- مقایسه میانگین زیست‌توده کل علف‌های هرز ($g.m^{-2}$) در تیمارهای مختلف در مزرعه زعفران کاشمر و کوه سرخ

Table 4- Mean comparison of weed biomass ($g.m^{-2}$) in different treatments on saffron field of Kashmar and KoohSorkh

تیمار Treatment	مزرعه ۱: کاشمر Field 1: Kashmar		مزرعه ۲: کوهسرخ Field 2: KoohSorkh	
	۱۵۰ روز بعد از تیمار 150 days after treatment	۱۸۰ روز بعد از تیمار 180 days after treatment	۱۵۰ روز بعد از تیمار 150 days after treatment	۱۸۰ روز بعد از تیمار 180 days after treatment
شاهد بدون کنترل Weedy Check	49.66^{d}	53.14^{f}	66.91^{f}	77.03^{f}
مالچ Mulch	48.95^{d}(-1)	52.55^{f}(-1)	65.20^{f}(-18)	75.16^{f}(-2)
وجین دستی Hand weeding	5.55^{a}(-89)	5.50^{a}(-90)	6.16^{a}(-106)	5.58^{a}(-93)
متریبوزین به‌تنهایی Metribuzin alone	10.50^{a}(-79)	10.93^{b}(-79)	12.91^{b}(-96)	13.71^{b}(-82)
متریبوزین زیر مالچ Metribuzin under mulch	8.53^{a}(-83)	8.49^{ab}(-84)	12.46^{b}(-97)	12.62^{b}(-84)
متریبوزین مخلوط با مالچ Metribuzin mixed with mulch	8.23^{a}(-83)	7.95^{ab}(-85)	10.79^{b}(-99)	10.26^{b}(-87)
پندیمتالین به‌تنهایی Pendimethalin alone	20.45^{b}(-59)	21.94^{cd}(-59)	22.38^{cd}(-82)	26.83^{d}(-65)
پندیمتالین زیر مالچ Pendimethalin under mulch	18.74^{b}(-62)	20.02^{cd}(-62)	21.77^{c}(-83)	20.56^{c}(-73)
پندیمتالین مخلوط با مالچ Pendimethalin mixed with mulch	19.06^{b}(-62)	18.43^{c}(-65)	21.19^{c}(-83)	21.02^{c}(-73)
تریفلورالین به‌تنهایی Trifluralin alone	27.1^{c}(-45)	30.71^{e}(-42)	28.98^{e}(-72)	34.36^{e}(-55)
تریفلورالین زیر مالچ Trifluralin under mulch	23.87^{bc}(-52)	24.78^{d}(-53)	29.12^{e}(-72)	28.33^{d}(-63)
تریفلورالین مخلوط با مالچ Trifluralin mixed with mulch	21.61^{b}(-56)	22.05^{cd}(-59)	24.61^{d}(-78)	24.85^{d}(-68)

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشترک بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند

In each column means with same letter based on LSD test are not significantly different at 5% level of probability.

اعداد داخل پرانتز درصد تغییرات تیمارها را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد

The number inside the bracket represents the the percentage of changes compared to the control treatment

جدول ۵- برآورد خسارت ناشی از گیاه‌سوزی در تیمارهای مختلف با استفاده از روش امتیازدهی EWRC در مزرعه زعفران کاشمر و کوهسرخ

Table 5- Damage estimation of phytointoxication (European Weed Research Council - EWRC scale) in different treatments on saffron field of Kashmar and KoohSorkh

مکان آزمایش	مزرعه ۱: کاشمر Field 1: Kashmar			مزرعه ۲: کوهسرخ Field 2: KoohSorkh		
تیمارها Treatments	نمرات ارزیابی چشمی بر اساس EWRC Saffron phytointoxication (EWRC scale – Notes 1- 9)			نمرات ارزیابی چشمی بر اساس EWRC Saffron phytointoxication (EWRC scale – Notes 1- 9)		
	۳۰ روز بعد از تیمار 30 DAT[a]	۶۰ روز بعد از تیمار 60 DAT	۹۰ روز بعد از تیمار 90 DAT	۳۰ روز بعد از تیمار 30 DAT[a]	۶۰ روز بعد از تیمار 60 DAT	۹۰ روز بعد از تیمار 90 DAT
وجین دستی Hand weeding	1 (0)[b]	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
مالچ Mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
شاهد بدون کنترل Weedy Check	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
پندیمتالین به‌تنهایی Pendimethalin alone	1 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	1 (0)	**1 (0)**
پندیمتالین زیر مالچ Pendimethalin under mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
پندیمتالین مخلوط با مالچ Pendimethalin mixed with mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
تریفلورالین به‌تنهایی Trifluralin alone	1 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	1 (0)	**1 (0)**
تریفلورالین زیر مالچ Trifluralin under mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	1 (0)	**1 (0)**
تریفلورالین مخلوط با مالچ Trifluralin mixed with mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	**1 (0)**
متریبوزین به‌تنهایی Metribuzin alone	2 (1-2.5)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	2 (1-2.5)	**1 (0)**
متریبوزین زیر مالچ Metribuzin under mulch	2 (1-2.5)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	2 (1-2.5)	**1 (0)**
متریبوزین مخلوط با مالچ Metribuzin mixed with mulch	1 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (1-2.5)	1 (0)	**1 (0)**

a: DAT: Days after treatment

b: اعداد داخل پرانتز درصد خسارت به زعفران را نشان می‌دهد.

b: The number inside the bracket represents the percentage of damage to the saffron plant

با توجه به نتایج قبلی که کاربرد مالچ در مقایسه با شاهد بدون کنترل باعث کاهش معنی‌دار در وزن خشک علف‌های هرز در هیچ‌کدام از مناطق نشد، احتمالاً استفاده از مالچ در مزارع زعفران باعث کاهش دمای خاک در طول تابستان داغ این منطقه شده و به افزایش گل انگیزی در بنه‌ها منجر شده است. مولینا و همکاران (Molina *et al.*, 2005) ضمن آنکه گل انگیزی و عملکرد گل زعفران را در ارتباط مستقیم با درجه حرارت محیط دانستند، اظهار داشتند که وقوع دماهای بالاتر و یا پایین‌تر از حد بهینه می‌تواند القای گلدهی زعفران را تحت تأثیر قرار دهد. از عوامل مهم کاهش عملکرد زعفران، وقوع درجه حرارت بیش‌ازحد در تابستان بوده که می‌تواند بر القاء گلدهی در مردادماه تأثیر منفی داشته باشد (Shabahang *et al.*, 2013). بر اساس داده‌های جداول ۶ و ۷ در هر دو مزرعه علف‌کش متریبوزین در مقایسه با دو علف‌کش دیگر در افزایش تعداد گل تأثیر بیشتری داشت، به‌طوری‌که در کاشمر بیشترین تعداد گل بعد از تیمار وجین ۱۴۱ و ۱۴۹ درصد افزایش نسبت به شاهد به ترتیب از تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ و متریبوزین زیر مالچ به دست آمد که این دو تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۶). درحالی‌که در کوهسرخ بیشترین تعداد گل بعد از تیمار وجین ۹۷، ۹۲ و ۸۶ درصد افزایش نسبت به شاهد به ترتیب از تیمارهای متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ و پندیمتالین مخلوط با مالچ به دست آمد که این تیمارها نیز باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۷). صدرآبادی حقیقی و قنادی طوسی (Sadrabadi Haghighi and Ghanad Tosi, 2016) در بررسی تأثیر پیش رویشی بعضی علف‌کش‌های رایج بر علف‌های هرز زعفران نشان دادند که پس از وجین دستی، متریبوزین بیشترین تأثیر را برافزایش تعداد گل‌ها دارد. کاربرد متریبوزین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد آن همراه مالچ اگرچه

باعث کاهش تعداد گل در هر دو منطقه شد، ولی این کاهش فقط در کاشمر و با تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ معنی‌دار شد. کاربرد پندیمتالین مخلوط با مالچ در هر دو منطقه باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی شد (جداول ۶ و ۷) کاربرد علف‌کش پندیمتالین زیر مالچ اگرچه در کاشمر باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی شد (جدول ۶)، ولی این افزایش در کوهسرخ معنی‌دار نشد (جدول ۷). تیمارهای شامل علف‌کش تریفلورالین در کوهسرخ تفاوت معنی‌داری ازنظر تعداد گل در واحد سطح نداشتند (جدول ۷)، ولی در کاشمر کاربرد تریفلورالین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد این علف‌کش زیر مالچ و مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل در واحد سطح شد (جدول ۶). در مزرعه کاشمر کاربرد علف‌کش تریفلورالین به‌تنهایی در مقایسه با دو تیمار تریفلورالین زیر مالچ و تریفلورالین مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل در واحد سطح شد (جدول ۶). در کوهسرخ، تیمار تریفلورالین مخلوط با مالچ در مقایسه با تریفلورالین به‌تنهایی تعداد گل در واحد سطح را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۷). در هر دو مزرعه، کاربرد علف‌کش‌های پندیمتالین و متریبوزین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها به روش مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل شد (جداول ۶ و ۷).

وزن‌تر گل‌ها

تیمار وجین در هر دو مزرعه به ترتیب با ۲۸/۶ و ۳۳/۶۳ گرم در مترمربع دارای بیشترین وزن‌تر گل در واحد سطح بود و با کلیه تیمارها از این نظر تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶ و ۷). گزارش‌های قبلی در ارزیابی روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز زعفران نیز نشان داد که در بین تیمارهای مورد ارزیابی بیشترین وزن گل مربوط به تیمار وجین است (Sadrabadi Haghighi and Zare Hosseini *et al*., 2014Ghanad Tosi, 2016;). در کاشمر در بین سایر تیمارها، متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ، پندیمتالین مخلوط با مالچ و پندیمتالین زیر مالچ به ترتیب بیشترین وزن‌تر گل بعد از وجین را دارا بودند که این تیمارها باهم اختلاف معنی‌داری ازنظر وزن گل نداشتند (جدول ۶) در کوهسرخ تیمارهای متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ، متریبوزین به‌تنهایی، پندیمتالین مخلوط با مالچ و پندیمتالین زیر مالچ به ترتیب بیشترین وزن‌تر گل بعد از وجین را به خود اختصاص دادند که ازنظر آماری این تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۷). کمترین وزن‌تر گل‌ها نیز در کاشمر از تیمار شاهد بدون کنترل به دست آمد که با تیمار مالچ که در مرتبه بعدی قرار دارد ازلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶). درحالی‌که در کوهسرخ کمترین وزن‌تر گل‌ها به ترتیب از تیمار شاهد و تیمار مالچ به دست آمد که این دو تیمار ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۷).

وزن خشک کلاله

کلاله مهم‌ترین بخش اقتصادی زعفران هست (Srivastava *et al*., 2010). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن خشک کلاله زعفران به ترتیب ۲۰۰ و ۱۲۵ درصد افزایش نسبت به شاهد در هر دو منطقه از تیمار وجین به دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جداول ۶ و ۷). بیشترین وزن خشک کلاله بعد از تیمار وجین در منطقه کاشمر به ترتیب از تیمارهای متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ، متریبوزین به‌تنهایی، پندیمتالین مخلوط با مالچ، پندیمتالین زیر مالچ و تریفلورالین مخلوط با مالچ به دست آمد. این تیمارها ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۶). در منطقه کوهسرخ تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ بعد از تیمار وجین بیشترین وزن خشک کلاله را به خود اختصاص داد که در مقایسه با دیگر تیمارها باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک کلاله در واحد سطح شد (جدول ۷). در منطقه کاشمر کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین، پندیمتالین و متریبوزین به‌تنهایی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کلاله در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها به‌صورت مخلوط با مالچ شد (جدول ۶). درحالی‌که در منطقه کوهسرخ کاربرد متریبوزین به‌تنهایی در مقایسه با متریبوزین مخلوط با مالچ باعث کاهش وزن خشک کلاله شد، اگرچه اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند؛ اما کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک کلاله در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ شد (جدول ۷). کمترین وزن خشک کلاله در هر دو منطقه به ترتیب از تیمار شاهد بدون کنترل و تیمار مالچ حاصل شد (جداول ۶ و ۷) با این تفاوت که کاربرد مالچ در مزرعه کاشمر در مقایسه با تیمار شاهد بدون کنترل باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک کلاله شد (جدول ۶)، اگرچه این تفاوت در مزرعه کوهسرخ معنی‌دار نشد (جدول ۷). این احتمال وجود دارد که بهبود ساختار فیزیکی و افزایش محتوی نسبی رطوبت خاک د درنتیجه کاربرد مالچ‌های گیاهی (Danga and Wakindiki, 2009; Monzon *et al*., Foroughifar and Pour Kasmani, 2002; 2006) نقش مؤثری در افزایش گلدهی زعفران داشته است. با در نظر گرفتن تأثیر مثبت کاربرد مالچ‌های گیاهی در تعدیل درجه حرارت محیط خاک (Limon-Ortega Danga and Wakindiki, 2009; *et al*., 2008; Monzon *et al*., 2006) پخش مالچ کلش در مهرماه می‌تواند منجر به افزایش معنی‌دار تعداد گل و نیز عملکرد گل‌تر و خشک زعفران (به ترتیب تا ۴۶، ۶۱ و ۶۵ درصد) شود (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013).

علاوه بر این در بررسی روش کاربرد علف‌کش در هر دو مزرعه

مقایسه گروهی ۱ در جدول ۸ نشان می‌دهد، کاربرد علف‌کش‌ها همراه با مالچ (علف‌کش‌ها زیر مالچ و علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) باعث افزایش معنی‌دار میانگین گل (تعداد گل و وزن خشک کلاله)، در هر دو منطقه کاشمر و کوهسرخ شد. مقایسه ۲ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ) و نیز مقایسه ۳ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ و نیز همراه با مالچ باعث افزایش معنی‌دار میانگین تعداد گل و وزن خشک کلاله در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی شده است. علاوه بر این در منطقه کاشمر کاربرد علف‌کش‌ها به‌صورت مخلوط با مالچ در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ باعث افزایش میانگین تعداد گل و وزن خشک کلاله شد ولی این افزایش فقط در مورد عملکرد کلاله خشک معنی‌دار ($p\leq0.05$) شد (جدول ۸).

وزن خشک برگ

طبق نتایج جدول ۶ بیشترین وزن خشک برگ در واحد سطح در منطقه کاشمر به ترتیب از تیمارهای وجین دستی، متریبوزین مخلوط با مالچ و متریبوزین زیر مالچ به دست آمد که این تیمارها باهم از این نظر تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن خشک برگ نیز مربوط به تیمار شاهد بدون کنترل بود که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. علف‌کش متریبوزین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد این علف‌کش زیر مالچ و مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ زعفران شد، همچنین کاربرد پندیمتالین به‌تنهایی با کاربرد این علف‌کش مخلوط با مالچ تفاوت معنی‌داری داشت و وزن خشک برگ را کاهش داد (جدول ۶). در مزرعه کوهسرخ تیمار شاهد کمترین وزن خشک زعفران را به خود اختصاص داده بود ولی با دیگر تیمارها به‌جز تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۷).

تعداد بنه‌های دختری

در هر دو منطقه تیمار شاهد بدون کنترل (۱۸۷/۹ و ۲۰۵ /۹ بنه در مترمربع) و وجین دستی (۲۶۸/۰۷ و ۲۶۰/۹ بنه در مترمربع) به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد بنه دختری را به خود اختصاص دادند که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند (جداول ۶ و ۷). در مزرعه کاشمر بیشترین تعداد بنه دختری بعد از وجین دستی با ۴۰ درصد افزایش نسبت به شاهد به ترتیب متعلق به تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ که با تیمار وجین تفاوت معنی‌داری نداشت. کاربرد علف‌کش تریفلورالین و متریبوزین به‌تنهایی باعث کاهش معنی‌دار تعداد بنه در واحد سطح در مقایسه با مخلوط این علف‌کش‌ها با مالچ شد، اما در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها زیر مالچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. درحالی‌که تیمار پندیمتالین به‌تنهایی در مقایسه با پندیمتالین زیر مالچ و پندیمتالین مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار تعداد بنه‌های دختری شد (جدول ۶). در مزرعه کوهسرخ بیشترین تعداد بنه دختری در واحد سطح به ترتیب مربوط به تیمارهای وجین، متریبوزین مخلوط با مالچ، متریبوزین زیر مالچ، پندیمتالین مخلوط با مالچ و تریفلورالین مخلوط با مالچ بود که با تیمار وجین تفاوت معنی‌داری نداشتند. کاربرد علف‌کش‌های متریبوزین، تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ باعث کاهش معنی‌دار تعداد بنه دختری در واحد سطح شد، درحالی‌که در مقایسه با کاربرد این علف‌کش‌ها زیر مالچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). کمترین تعداد بنه دختری در کاشمر از تیمار شاهد بدون کنترل به دست آمد که بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶) درحالی‌که در کوهسرخ کمترین تعداد بنه دختری از تیمار شاهد بدون کنترل به دست آمد که با تیمارهای مالچ، تریفلورالین به‌تنهایی و تریفلورالین زیر مالچ تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۷).

وزن کل بنه‌ها

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جداول ۶ و ۷) نشان داد که در هر دو مزرعه بیشترین وزن کل بنه‌ها به ترتیب ۱۰۲۱/۲۷ و ۱۰۵۱/۱۳ گرم در مترمربع از تیمار وجین به دست آمد، درحالی‌که کمترین وزن بنه ۵۸۳/۲۱ و ۷۱۲/۶۳ گرم در مترمربع مربوط به تیمار شاهد بدون کنترل بود. تیمارهای متریبوزین مخلوط با مالچ و متریبوزین زیر مالچ در مزرعه کاشمر با ۶۸ و ۶۶ درصد افزایش در مقایسه با شاهد (جدول ۶) و تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ با ۴۱ درصد افزایش در مقایسه با شاهد در مزرعه کوهسرخ (جدول ۷) با تیمار وجین تفاوت معنی‌داری نداشتند. در تحقیقی صدرآبادی حقیقی و قنادی طوسی (Sadrabadi Haghighi and Ghanad Tosi, 2016) نشان دادند که تیمار علف‌کش متری‌بوزین و وجین دستی موجب حصول وزن کل بنه بیشتری در واحد سطح نسبت به سایر تیمارها شد و کمترین وزن بنه در واحد سطح با عدم وجین علف‌های هرز به دست آمد. در مزرعه کاشمر تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ و متریبوزین زیر مالچ در مقایسه با کاربرد متریبوزین به‌تنهایی باعث افزایش معنی‌دار وزن کل بنه‌ها شد و تیمار پندیمتالین مخلوط با مالچ و پندیمتالین زیر مالچ نیز در مقایسه با پندیمتالین به‌تنهایی باعث افزایش معنی‌دار وزن کل بنه‌ها شد، درحالی‌که تیمارهای شامل علف‌کش تریفلورالین از این نظر تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۶). در مزرعه کوهسرخ کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین مخلوط با مالچ با کاربرد این علف‌کش‌ها به‌تنهایی و یا زیر مالچ باعث افزایش معنی‌دار وزن بنه دختری شد و اختلاط این علف‌کش‌ها با مالچ باعث افزایش وزن کل بنه‌ها شد و متریبوزین به‌تنهایی نیز در مقایسه با کاربرد این علف‌کش مخلوط با مالچ و زیر مالچ وزن کل بنه‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۷).

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات زعفران در تیمارهای مختلف در مزرعه زعفران کاشمر

Table 6- Mean comparison of saffron flower and corm traits in different treatments on saffron field of Kashmar

تیمار Treatment	تعداد گل Flowers number (per m^{-2})	وزن‌تر گل‌ها Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه دختری Number of replacement corm (per m^2)	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms ($g.m^{-2}$)
شاهد بدون کنترل Weedy Check	**26.33^{a}**	9.46^{a}	0.10^{a}	101.21^{a}	187.91^{a}	583.21^{a}
مالچ Mulch	**34^{b}(29)**	13.42^{b}(42)	0.14^{b}(40)	108.74^{b}(7)	215.41^{b}(15)	686.60^{b}(18)
وجین دستی Hand weeding	71.66^{i}(172)	28.61^{i}(202)	0.30^{g}(200)	130.03^{f}(28)	268.07^{g}(43)	1021.27^{d}(75)
متریبوزین به‌تنهایی Metribuzin alone	58.33^{fg}(122)	21.44^{ef}(127)	0.22^{de}(120)	120.49^{cd}(19)	239.65^{de}(28)	825.72^{c}(42)
متریبوزین زیر مالچ Metribuzin under mulch	63.33^{gh}(141)	24.06^{g}(154)	0.23^{e}(130)	128.41^{ef}(27)	251.49^{ef}(34)	965.94^{d}(66)
متریبوزین مخلوط با مالچ Metribuzin mixed with mulch	65.66^{h}(149)	25.10^{gh}(165)	0.26^{f}(160)	127.77^{ef}(26)	262.21^{fg}(40)	979.60^{d}(68)
پندیمتالین به‌تنهایی Pendimethalin alone	48^{cd}(82)	17.89^{cd}(89)	0.18^{c}(80)	111.90^{b}(11)	223.81^{bc}(19)	693.18^{b}(19)
پندیمتالین زیر مالچ Pendimethalin under mulch	57.33^{e-g}(118)	21.69^{e-g}(129)	0.22^{de}(120)	122.66^{de}(21)	239.98^{de}(28)	791.89^{c}(36)
پندیمتالین مخلوط با مالچ Pendimethalin mixed with mulch	59^{fg}(124)	22.66^{fg}(140)	0.23^{e}(130)	120.67^{cd}(19)	242.0^{de}(29)	831.08^{c}(43)
تریفلورالین به‌تنهایی Trifluralin alone	43.33^{c}(65)	16.16^{c}(71)	0.17^{bc}(70)	108.17^{b}(7)	213.14^{b}(13)	688.26^{b}(18)
تریفلورالین زیر مالچ Trifluralin under mulch	51.66^{de}(96)	19.49^{de}(106)	0.19^{cd}(90)	110.87^{b}(10)	219.08^{bc}(17)	706.66^{b}(21)
تریفلورالین مخلوط با مالچ Trifluralin mixed with mulch	55.66^{ef}(111)	21.31^{ef}(125)	0.21^{de}(110)	114.68^{bc}(13)	232.02^{cd}(23)	768.30^{bc}(32)

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشترک بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند

In each column means with same letter based on LSD test are not significantly different at 5% level of probability.

اعداد داخل پرانتز درصد تغییرات تیمارها را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد

The number inside the bracket represents the the percentage of changes compared to the control treatment

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات زعفران در تیمارهای مختلف در مزرعه زعفران کوهسرخ

Table 7- Mean comparison of saffron flower and corm traits in different treatments on saffron field of Kashmar

تیمار Treatment	تعداد گل Flowers number (per m^{-2})	وزن‌تر گل‌ها Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه دختری Number of replacement corm (per m^{2})	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms ($g.m^{-2}$)
شاهد بدون کنترل Weedy Check	37.66^{a}	14.76^{a}	0.16^{a}	114.96^{a}	205.9^{a}	712.63^{a}
مالچ Mulch	38.0^{a}(1)	15.66^{a}(6)	0.16^{a}	119.2^{ab}(4)	214.33^{ab}(4)	783.4^{b}(10)
وجین دستی Hand weeding	84.33^{f}(124)	33.63^{f}(128)	0.36^{f}(125)	132.83^{ab}(16)	260.93^{f}(27)	1051.13^{h}(47)
متریبوزین به‌تنهایی Metribuzin alone	63.66^{b-d}(69)	25.62^{cd}(74)	0.27^{b-e}(69)	124.73^{ab}(8)	256.1^{ef}(24)	941.9^{f}(32)
متریبوزین زیر مالچ Metribuzin under mulch	72.33^{de}(92)	28.76^{de}(95)	0.31^{de}(94)	129.86^{ab}(13)	261.1^{ef}(27)	965.9^{fg}(36)
متریبوزین مخلوط با مالچ Metribuzin mixed with mulch	74.33^{e}(97)	29.56^{e}(100)	0.32^{e}(100)	134.16^{b}(17)	262.26^{f}(27)	1007.8^{gh}(41)
پندیمتالین به‌تنهایی Pendimethalin alone	59.33^{bc}(58)	23.16^{b-d}(57)	0.25^{bc}(56)	120.06^{ab}(4)	234.1^{cd}(14)	836.16^{cd}(17)
پندیمتالین زیر مالچ Pendimethalin under mulch	69.0^{de}(83)	27.83^{de}(89)	0.30^{de}(88)	121.63^{ab}(6)	245.2^{de}(19)	888.1^{e}(25)
پندیمتالین مخلوط با مالچ Pendimethalin mixed with mulch	70.0^{de}(86)	27.56^{de}(87)	0.30^{de}(88)	128.26^{ab}(12)	251.8^{ef}(22)	949.63^{f}(33)
تریفلورالین به‌تنهایی Trifluralin alone	55.33^{b}(47)	21.87^{b}(48)	0.23^{b}(44)	117.16^{ab}(2)	214.96^{ab}(4)	816.93^{bc}(15)
تریفلورالین زیر مالچ Trifluralin under mulch	63.33^{bc}(68)	25.16^{bc}(70)	0.27^{b-d}(69)	117.9^{ab}(3)	224.36^{bc}(9)	825.56^{bc}(16)
تریفلورالین مخلوط با مالچ Trifluralin mixed with mulch	66.66^{cd}(77)	26.66^{c-e}(81)	0.29^{c-e}(81)	121.26^{ab}(5)	236.5^{cd}(15)	877.53^{de}(23)

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشترک بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند

In each column means with same letter based on LSD test are not significantly different at 5% level of probability.

اعداد داخل پرانتز درصد تغییرات تیمارها را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد

The number inside the bracket represents the the percentage of changes compared to the control treatment

جدول ۸- مقایسه میانگین وزن خشک علف‌های هرز، تعداد گل، وزن خشک کلاله، وزن و تعداد بنه بین تیمار های مختلف بر اساس مقایسات گروهی (کاشمر)

Table 8- Contrast comparison weed biomass, flowers number, dried stigma yield, Number and weight of corms between treatments based on orthogonal contrasts (Kashmar)

مقایسات گروهی orthogonal contrasts	وزن خشک کل علف‌های هرز ۱۵۰ روز بعد از تیمار Dry weight of total weeds at 0 days after treatment ۵1 (g.m^{-2})	وزن خشک کل علف‌های هرز ۱۸۰ روز بعد از تیمار Dry weight of total weeds at days after treatment ۸۰1 (g.m^{-2})	تعداد گل Flowers number (per m^{-2})	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield (mg. m^{-2})	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g.m^{-2})	تعداد بنه دختری Number of replacement corm (per m^{2})	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms (g.m^{-2})
			مزرعه ۱: کاشمر Field 1: Kashmar				
1	41.77 vs. 32.66**	53.25 vs. 35.15**	49.88 vs. 58.77**	193.44 vs. 227.05**	113.52 vs. 120.85**	225.54 vs. 244.11**	735.72 vs. 849.07**
2	41.77 vs. 31.56*	.71**۲53.25 vs. 3	49.88 vs. 57.44**	193.44 vs. 21.67**	113.52 vs. 120.65**	225.54 vs. 242.81**	735.72 vs. 836.48**
3	41.77 vs. 33.76*	53.25 vs. 35.59**	49.88 vs. 60.11**	193.44 vs. 237.44**	113.52 vs. 121.02**	225.54 vs. 245.41**	735.72 vs. 861.7**
4	31.56 vs. 33.76^{ns}	34.71 vs. 35.59^{ns}	57.44 vs. 60.11^{ns}	216.67 vs. 237.44*	120.65 vs. 121.02^{ns}	242.81 vs. 245.41^{ns}	836.48 vs. 861.7^{ns}
			مزرعه ۲: کوهسرخ Field 2: KoohSorkh				
1	38.22 vs. 30.13**	50.82 vs. 34.07**	59.44 vs. 69.27**	258.22 vs. 301.05**	131.21 vs. 138.20*	238.7 vs. 252.36**	856.41 vs. 945.18**
2	38.22 vs. 29.82**	50.82 vs. 33.62**	59.44 vs. 67.44**	258.22 vs. 293.0**	131.21 vs. 138.1*	238.7 vs. 248.13*	856.41 vs. 925.94**
3	38.22 vs. 30.45**	50.82 vs. 34.52**	59.44 vs. 71.11**	258.22 vs. 309.11**	131.21 vs. 138.31*	238.7 vs. 256.59**	856.41 vs. 964.42**
4	29.82 vs. 30.45^{ns}	33.62 vs. 34.52^{ns}	67.44 vs. 71.11^{ns}	293.0 vs. 309.11^{ns}	138. 1 vs. 138.31^{ns}	248.7 vs. 256.59*	925.95 vs. 964.42*

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵٪ و معنی‌داری در سطح ۱٪ هست.

ns, * and ** represent non significant, significant at 5% and 1% level probability, respectively.

۱: مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها همراه با مالچ (علف‌کش‌ها زیر مالچ و علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ)

1: Comparison of herbicides alone versus herbicides with mulch (herbicides under mulch and herbicides mixed with mulch)

۲: مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ

2: Comparison of herbicides alone versus herbicides under mulch

۳: مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ

3: Comparison of herbicides alone herbicides mixed with mulch

۴: مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ

4: Comparison of herbicides under mulch versus herbicides mixed with mulch

مقایسات گروهی نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها همراه با مالچ (علف‌کش‌ها زیر مالچ و علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) باعث افزایش معنی‌دار میانگین بنه زعفران (تعداد و وزن بنه) و وزن خشک برگ زعفران در هر دو منطقه کاشمر و کوهسرخ شد (مقایسه ۱). مقایسه ۲ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ) و نیز مقایسه ۳ (مقایسه کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی در مقابل کاربرد علف‌کش‌ها مخلوط با مالچ) نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ و نیز همراه با مالچ باعث افزایش معنی‌دار میانگین بنه زعفران در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌ها به‌تنهایی می‌شود. در منطقه کوهسرخ کاربرد علف‌کش‌های مخلوط با مالچ در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌ها زیر مالچ تعداد بنه دختری و وزن کل بنه‌ها را به‌طور معنی‌داری ($p\leq0.05$) افزایش داد (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل، علف‌کش متریبوزین علائم گیاه‌سوزی بیشتری بر روی زعفران در مقایسه با دو علف‌کش دیگر ایجاد کرد، اما در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد زعفران از علف‌کش‌های دیگر بهتر بود. این یافته با نتایج تحقیقات دیگر هماهنگی دارد. تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ در هر دو مزرعه بعد از تیمار وجین هم در کاهش وزن علف‌های هرز و هم افزایش عملکرد زعفران بهترین تیمار بود. تیمار متریبوزین مخلوط با مالچ در مقایسه با شاهد به ترتیب باعث ۸۵٪ و ۸۷٪ کاهش وزن خشک علف‌های هرز در مزرعه کاشمر و مزرعه کوهسرخ شد، این تیمار همچنین به ترتیب باعث افزایش ۱۶۰ و ۱۰۰ درصدی وزن خشک کلاله نسبت به شاهد در مزرعه کاشمر و مزرعه کوهسرخ شد. به نظر می‌رسد بعد از متریبوزین، علف‌کش پندیمتالین کارایی بهتری برای استفاده در مزارع زعفران دارد. تیمار مالچ به‌تنهایی اگرچه مانع رشد علف‌های هرز نشد، ولی در مقایسه با شاهد بدون کنترل بر عملکرد زعفران به‌ویژه در مزرعه کاشمر تأثیر مثبتی داشت. به نظر می‌رسد استفاده از مالچ در مناطق گرم و خشک تأثیر بیشتری برافزایش عملکرد زعفران دارد. با توجه به اینکه کشت زعفران در مناطق نیمه‌خشک کشور مانند استان‌های خراسان و کرمان صورت می‌گیرد، کاربرد صحیح بقایای گیاهی در مناطق نیمه‌خشک می‌تواند با تأثیر مستقیم بر میزان ماده آلی خاک، منجر به افزایش عملکرد گل و درنهایت، افزایش پایداری تولید زعفران شود.

به‌طورکلی مالچ مخلوط شده با علف‌کش علاوه بر بهبود کارآیی علف‌کش‌ها باعث افزایش عملکرد زعفران نیز شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیبی مناسب از علف‌کش‌ها با یک‌لایه مالچ به ضخامت ۳ سانتی‌متر، می‌تواند کنترل قابل قبولی از علف‌های هرز زعفران فراهم کند. بااین‌وجود پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری در زمینه استفاده مخلوط علف‌کش‌ها و مالچ‌ها، به‌خصوص مالچ‌های از پیش مخلوط شده با علف‌کش، در مزارع زعفران انجام شود.

منابع

1. Abasspoor, M., Norouzzadeh, S., & Torabi, H. (2011). Evaluation of the efficacy of some herbicides new saffron fields, 7th Congress of Iranian Horticultural Science, Isfahan, Iran. (In Persian with English abstract)
2. Abbasi, M.E. (1996). The effect of different herbicides on saffron (*Crocus sativus* L.) weeds. M.Sc., Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Abbasian, M., Bazobandy, M., & Soohany Darban, A.S. (2013). Effect of Application Single and mixed herbicides on weeds and weight saffron corm at Nishapur. *Journal of Weed Ecology 1*(1): 9-20. (In Persian with English abstract)
4. Azizi-Zohan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., & Sepaskhah, A.R. (2009). Saffron (*Crocus sativus* L.) production as influenced by rainfall, irrigation method and intervals. *Arch. Agronomy Soil Science* 55: 547–555.
5. Behnia, M.R. (1992). *Saffron Crop*. Tehran University Press, Tehran, pp: 151.
6. Case, L.T., & Mathers, H.M. (2006). Herbicide Treated Mulches for Weed Control in Ornamentals. *Journal Environment Horticulture* 24: 84-90.
7. Danga, B.O., & Wakindiki, I.I.C. (2009). Effect of placement of straw mulch on soil conservation, nutrient accumulation, and wheat yield in a humid Kenyan highland. *Journal Tropical Agriculture* 47: 30–36.
8. Foroughifar, H., & Pour Kasmani, M.E. (2002). *Soil Science and Management*. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran. 336 pp.
9. Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2008). Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. *A review, Agronomy for Sustainable Development* 28: 95–112.
10. Iranian Ministry of Agricultural Statistics, Plant Protection Organization. (2020). List of important pests, diseases and weeds for major agricultural products, pesticides and recommended methods for control them. Available at: http://maj.ir (visited 5 February 2020).
11. Iranian Ministry of Agricultural Statistics. (2017). Department of Planning and Economy. Available at:

http://maj.ir (visited 5 September 2018).
12. Izadi-Darbandi, E., & Hosseini evari, Z. (2016). Study of Flora and structure of weed communities of saffron fields in Kashmar and KhalilAbad counties. *Journal of Saffron Research 4*(2): 249-265. (In Persian with English abstract)
13. Koocheki, A., Gholami, A., Mahvadi Damghani, A., & Tabrizi, L. (2007). *Organic Field Crop Handbook* (Translated). Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran. 385 pp. (In Persian)
14. Koocheki, A., Seyyedi, S.M., & Gharaei, S. (2016). Evaluation of the effects of saffron-cumin intercropping on growth, quality and land equivalent ratio under semi-arid conditions. *Scientia Horticulturae* 201: 190–198.
15. Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., & Ahuja, P.S. (2009). State of Art of Saffron (*Crocus sativus* L.) Agronomy: *A Comprehensive Review, Food Reviews International* 25: 44–85.
16. Limon-Ortega, A., Govaerts, B., & Sayre, K.D. (2008). Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy* 29: 21–28.
17. Mathers, H. (2003). Novel methods of weed control in containers. *HortTechnology* 13: 28-31.
18. Mathers, H.M., & Case L.T. (2010). Microencaspsulated herbicide-treated bark mulches for nursery container weed control. *Weed Technology* 24: 529-537.
19. McGimpsey, J.A., Douglas, M.H., & Wallace, A.R. (1997). Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. New Zealand, *Journal of Crop and Horticultural Science* 25:159- 168.
20. Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., & Garcia-Luis, A. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron *(Crocus sativus* L.). *Science Horticulture* 103: 361–379.
21. Monzon, J.P., Sadras, V.O., & Andrade, F.H. (2006). Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) environments. *Field Crop Research* 98: 83–90.
22. Norouzzadeh, S., & Delghandi, M. (2006). Chemical weed control in saffron. In: *Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress*, Karaj, Iran.
23. Padarloo, A.A., Izadi Darbandi, E., Rashed Mohassel, M.H., & Feizi, H. (2018). Study of flora and structure of weed communities of saffron (*Crocus sativus* L.) fields in the Khorasan Razavi province. *Saffron Agronomy & Technology 6*(3): 339-353. (In Persian with English abstract)
24. Rahimian, H. (1993). *Evaluation of some herbicides in weed control of saffron fields*. Scientific and Industrial Research Organization, Mashhad, Iran.
25. Rashed Mohassel, M.H. (1992). Weeds of South Khorasan saffron fields. *Journal of Agricultural Science and Technology* 6: 118-135.
26. Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., & Shabahang, J. (2013). Evaluation of growth and yield of saffron *(Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. *Journal of Saffron Research 1*(1): 13-26. (In Persian with English abstract)
27. Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., & Seyyedi, S.M. (2013). The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. *Saffron Agronomy Technology* 1: 55–70. (In Persian with English abstract)
28. Sadeghi, B. (2008). *Sustainable cropping of saffron in Iran*. Research Report. Research Institute for Food Science and Technology, Korassan Razavi. (In Persian)
29. Sadrabadi Haghighi, R., & Ghanad Tosi, M.B. (2016). The Effect of Pre-emergence Application of some Common Herbicides on Weed Population, Vegetative Growth, Flower and Corm Characteristics of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Plant Protection 30*(1): 118-126. (In Persian with English abstract)
30. Shabahang, J., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., & Gheshm, R. (2013). Effects on management of crop residues and cover crop planting on density and population of weeds and agronomical characteristics of saffron (*Crocus sativus L.*). *Journal of Saffron Research 1*(1): 57-72. (In Persian with English abstract)
31. Somireddy, U. (2012). Effect of Herbicide–Organic Mulch Combinations on Weed Control and Herbicide Persistence. Ph.D dissertation. Columbus, OH: Ohio State University. https://etd.ohiolink.edu/ (visited December 24 2018).
32. Soufizadeh, S., Zand, E., Baghestani, M.A., & Sheibany, K. (2006). Integrated Weed Management in Saffron (*Crocus sativus*), *2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*, Mashhad, Iran.
33. Soufizadeh, S., Zand, E., Baghestani, M.A., Kashani, F.B., & Nezamabadi, N. (2008). Integrated Weed management in saffron (*Crucos sativus*). *Proceeding of the Second International Symposium Saffron Biology and Tecnology*. July 5-8.
34. Srivastava, R., Ahmed, H., Dharamveer, D.R.K., & Saraf, S.A. (2010). *Crocus sativus* L. A comprehensive review. *Pharmacogn Rev 4*(8): 200-208.
35. Weber, J.B. (1990). Behavior of dinitroaniline herbicides in soils. *Weed Technology* 4: 394–406.
36. Zare Hosseini, H., Ghorbani, R., Rashed Mohassel, M.H., & Rahimi, H. (2014). Effects of weed management strategies on weed density and biomass and saffron (*Crocus sativus*) yield. *Saffron Agronomy & Technology 2*(1): 45-58. (In Persian with English abstract)